

Aplicação Do Índice De Vegetação Por Diferença Normalizada No Monitoramento Dos Manguezais: Litoral Sul De Pernambuco-Brasil

Aplicación Del Índice De Vegetación Por Diferencia Normalizada En Monitoreo De Los Manglares:
Coastal Sur De Pernambuco-Brasil

Application Of Normalized Difference Vegetation Index In Monitoring Of The Mangrove:
The Southern Coast Of Pernambuco-Brazil

Fátima Verônica Pereira Vila Nova

Doutoranda do Programa de Pós-Graduação em Geografia da Universidade Federal de Pernambuco (PPGEO – UFPE). Avenida Acadêmico Helio Ramos, S/N, Cidade Universitária, CEP: 50670-901 – Recife – PE. Integrante do Grupo de Estudos em Biogeografia e Meio Ambiente da Universidade Federal de Pernambuco (BIOMA – UFPE).
veronica.vn@hotmail.com

Maria Fernanda Abrantes Torres

Professor Adjunto III – Departamento de Ciências Geográficas da Universidade Federal de Pernambuco (UFPE). Avenida Acadêmico Helio Ramos, S/N, Cidade Universitária, CEP: 50670-901 – Recife – PE. Coordenadora do Grupo de Estudos em Biogeografia e Meio Ambiente da Universidade Federal de Pernambuco - BIOMA - UFPE.
daetorres@hotmail.com

Mariana Pêssoa Coelho

Mestra pelo Programa de Pós Graduação em Geografia da Universidade Federal de Pernambuco (PPGEO – UFPE). Avenida Acadêmico Helio Ramos, S/N, Cidade Universitária, CEP: 50670-901 – Recife – PE. Integrante do Grupo de Estudos em Biogeografia e Meio Ambiente da Universidade Federal de Pernambuco (BIOMA – UFPE).
maripc14@gmail.com

Neiva Marion Guimarães de Santana

Mestra pelo Programa de Pós-Graduação em Geografia da Universidade Federal de Pernambuco (PPGEO – UFPE). Avenida Acadêmico Helio Ramos, S/N, Cidade Universitária, CEP: 50670-901 – Recife – PE. Integrante do Grupo de Sensoriamento Remoto e Geoprocessamento (SERGEO – UFPE).
neivamarion@gmail.com



Resumo

O objetivo desse trabalho foi analisar a eficácia do Índice de Vegetação por Diferença Normalizada como ferramenta de monitoramento dos manguezais no litoral sul de Pernambuco, Brasil. As transformações observadas constituem a resposta espacial às mudanças econômicas que vêm ocorrendo na região e que têm colocado em risco o equilíbrio ambiental local. O uso do NDVI se mostrou eficaz no acompanhamento das modificações estruturais evidenciadas nas áreas estudadas, como a fragmentação da vegetação de mangue e alteração da forma de seus remanescentes em detrimento da expansão da área urbana e/ou solo exposto, informações que podem subsidiar estratégias de conservação.

Palavras chave: Monitoramento; NDVI; Manguezais.

Abstract

El objetivo de este estudio fue analizar la eficacia del Índice de Vegetación de Diferencia Normalizada como una herramienta para el seguimiento de los manglares en la costa sur de Pernambuco, Brasil. Las transformaciones son la respuesta espacial a los cambios económicos que tienen lugar en la región y han puesto en peligro el equilibrio del medio ambiente local. El uso de NDVI demostró su eficacia al permitir el seguimiento de los cambios estructurales en las áreas estudiadas, que revelan aspectos importantes de las condiciones ambientales, tales como el aumento de la zona urbana, la fragmentación del resto de la forma en que se presenta la información útil que se puede informar estrategias de conservación. El uso de NDVI fue eficaz en el seguimiento de los cambios estructurales evidenciadas en las áreas estudiadas, tales como la fragmentación de la vegetación de manglar y la remodelación de sus restos a expensas de la expansión de área urbana y / o suelo expuesto, información que puede subvencionar estrategias de conservación.

Palabras clave: Monitoreo; NDVI; Manglares.

Resumen

The aim of this study was to analyze the effectiveness of the Normalized Difference Vegetation Index as a tool for monitoring the mangroves on the southern coast of Pernambuco, Brazil. The transformations are the spatial response to economic changes taking place in the region and have put at risk the local environmental balance. The use of NDVI was effective in monitoring structural changes evidenced in the studied areas, such as the fragmentation of mangrove vegetation and reshaping their remaining at the expense of expanding urban area and / or exposed soil, information that can subsidize conservation strategies.

Keywords: Monitoring; NDVI; Mangrove.



Introdução

Monitoramento é definido como procedimento destinado a verificar a variação, ao longo do tempo, das condições ambientais em função das atividades humanas, e tem por objetivo manter o controle permanente de modificações ambientais. Assim, um plano de controle e acompanhamento eficaz são premissas para o êxito de uma gestão (BRASIL, 2009).

A utilização de ferramentas de geotecnologias é de extrema valia na avaliação e monitoramento ambiental, pois fornecem informações rápidas, facilitam a aquisição e manipulação de dados de alvos de difícil acesso, repetitividade, além da possibilidade de constante atualização de informações de áreas, principalmente daquelas consideradas sensíveis à ação do homem (AZEVEDO; MANGA-BEIRA, 2001).

A mudança na cobertura vegetal é reconhecida como uma das mais tradicionais

ações do homem sobre a natureza. A retirada da cobertura vegetal, mesmo que esta posteriormente venha a se regenerar, causa alterações na biodiversidade da fauna e flora, assim a cobertura vegetal é um indicador de qualidade e passível de monitoramento (SAMPAIO Y.; ALCÂNTARA; SAMPAIO E., 2002).

Análises espaço temporais com a utilização de imagens de satélites e fotografias aéreas detectam prováveis alterações ocorridas em áreas com vegetação. O Índice de Vegetação por Diferença Normalizada (NDVI) fornece informações a partir de medidas espectrais para avaliação qualitativa e quantitativa de fatores diretamente relacionados com a cobertura vegetal, como biomassa e dinâmica entre solo e vegetação. O NDVI é o índice de vegetação mais comumente empregado (LOURENÇO; LANDIM, 2004).

Os ecossistemas costeiros brasileiros são constituídos por manguezais, restingas, dunas, praias, ilhas, costões rochosos, baías, brejos,



falésias, estuários, recifes de corais e outros igualmente importantes do ponto de vista ecológico. Assim, os sítios de sistemas ecológicos, como manguezais, restingas, dunas e ilhas, podem ser avaliados e monitorados, a partir das modificações na cobertura vegetal, que funciona como um manto protetor dos recursos naturais, e por essa razão, sua distribuição e densidade definem o estado de conservação do ambiente (AB'SABER, 2003; MELO; SALES; OLIVEIRA, 2011).

O NDVI tem sido usado para estimar a biomassa e analisar transformações das comunidades vegetais (BATISTA et al., 1993; HAMADA, 2000). Na agricultura é empregado como ferramenta de monitoramento, estimativas de safras, produtividade de várias culturas, como cana-de-açúcar, soja e arroz (ROSA, 2007; D'ARCO et al., 2007; RAFFAELI; MOREIRA, 2007; AGUIAR, 2008). São relevantes os estudos com a utilização do Índice para análise de modificações na vegetação decorrentes

de variáveis meteorológicas, como a precipitação (ASSAD et al., 1988; NEZLIN et al., 2005, JUNGES et al., 2007; FRANÇA; GALVÍNCIO; PEREIRA, 2012). Além disso, pode ser utilizado no acompanhamento de áreas que sofreram queimadas (ANDERSON et al., 2005), assim como na análise de degradação ambiental (OLIVEIRA et al., 2012). Os trabalhos que utilizam o NDVI nas análises dos manguezais enfocam o comportamento do índice ao longo do tempo (OLIVEIRA et al., 2011), buscando entender a resposta espectral a partir da estrutura foliar (LUCENA et al., 2011), o que denota uma maior necessidade de informações acerca das potencialidades do Índice aplicado ao comportamento dos mangues.

Assim, o objetivo desse trabalho foi analisar a eficácia do NDVI como ferramenta de monitoramento dos manguezais no litoral sul de Pernambuco, Brasil, a fim de subsidiar estratégias de conservação.



PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

40

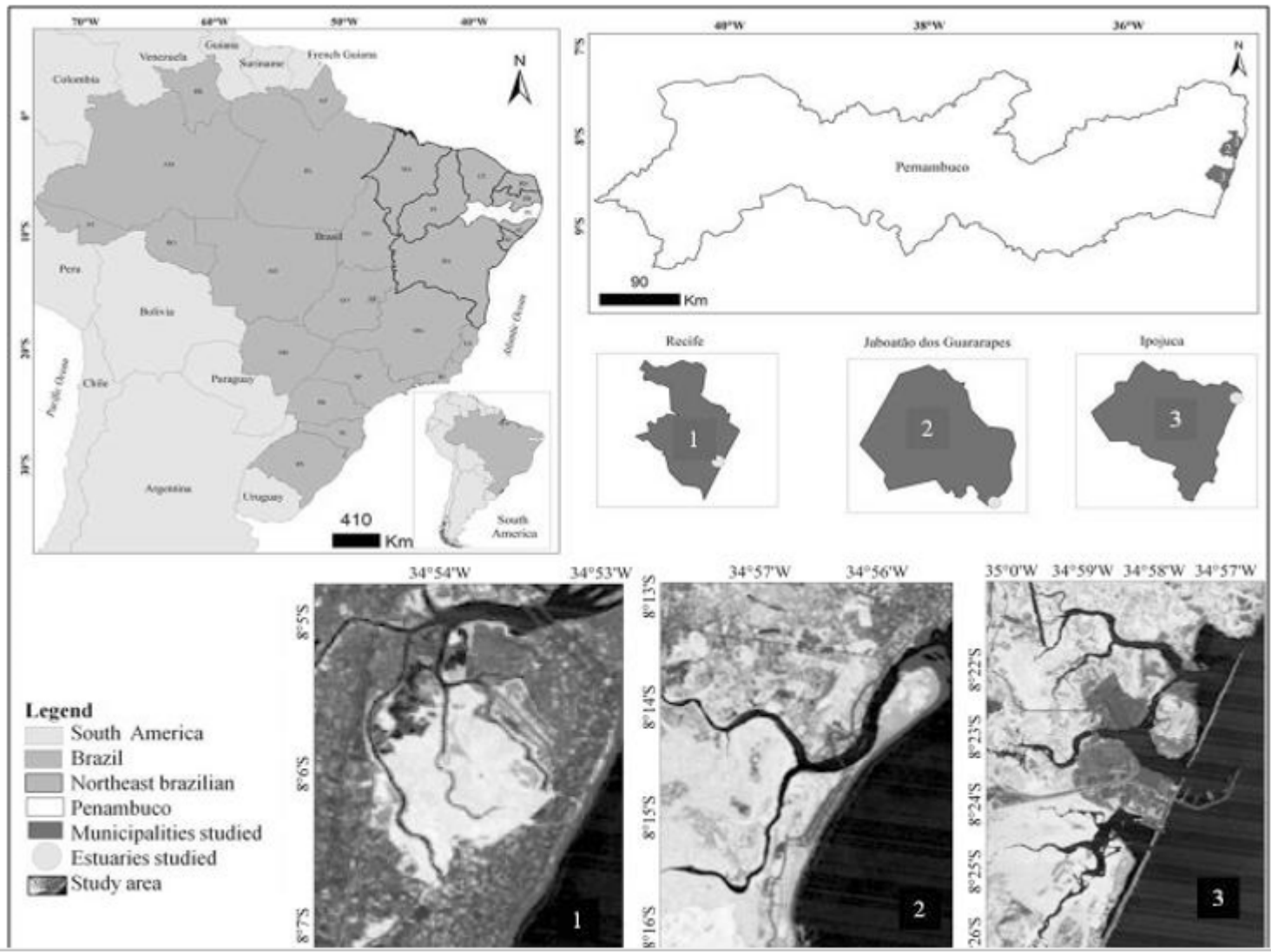
ÁREA DE ESTUDO

No litoral sul de Pernambuco estão situados rios litorâneos e translitorâneos. Os primeiros nascem e deságuam na zona litorânea, sendo, em geral, perenes. Os segundos nascem no Agreste pernambucano, onde apresentam regime temporário, tornando-se perenes ao penetrarem na Zona da Mata. Devido a condicionamentos morfoestruturais os rios mudam de direção várias vezes da nascente até os estuários (www.cprh.gov.br)

No presente estudo foram selecionados três sistemas estuarinos de Pernambuco: Bacia do Pina (Recife), Barra das Jangadas (Jaboatão dos Guararapes), Complexo estuarino de Ipojuca (Ipojuca), nos quais serão analisados os manguezais (Figura 01).



Figura 01 – Localização espacial dos estuários dos municípios de Recife, Jaboatão dos Guararapes e Ipojuca/PE - Brasil.

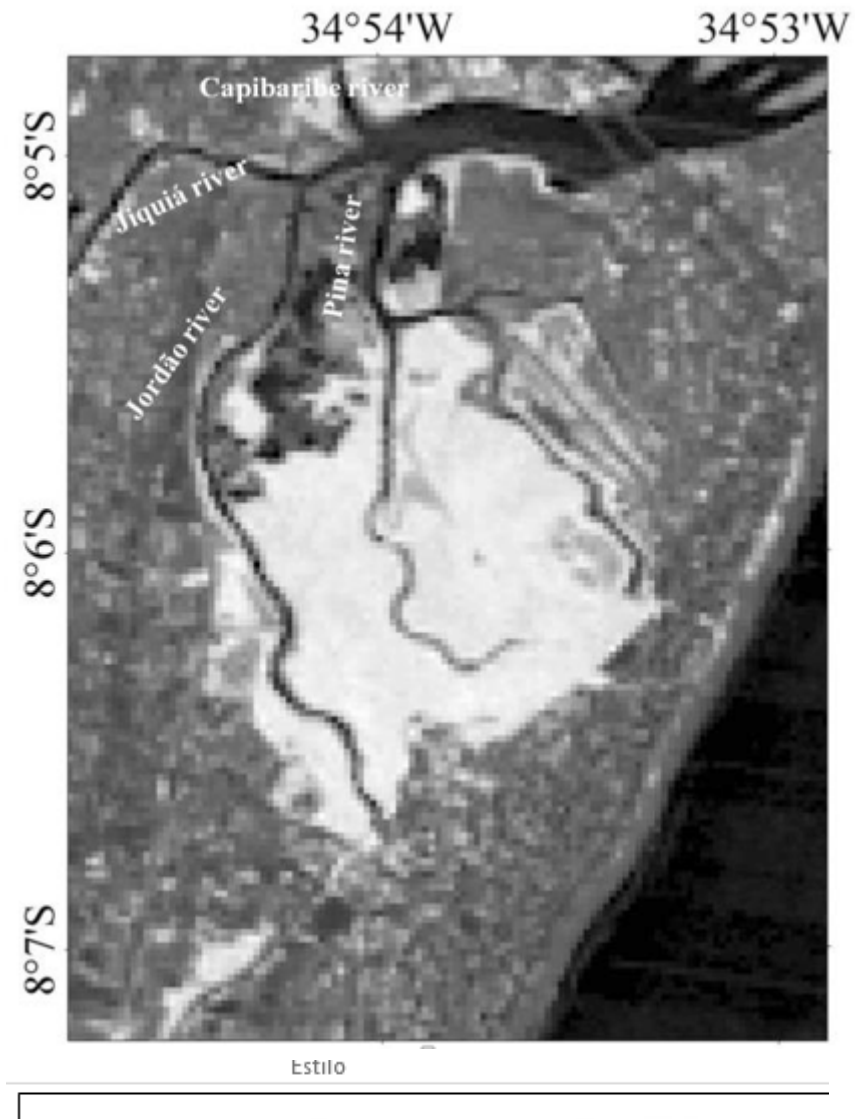


Bacia do Pina

O município do Recife situa-se no litoral oriental da América do Sul, na costa do Nordeste brasileiro, e é o principal núcleo urbano da Região Metropolitana, onde se concentra boa parte da população (PERNAMBUCO, 2000). Limita-se ao norte, sul e oeste com a mesorregião da Mata Pernambucana e a leste com o Oceano Atlântico.

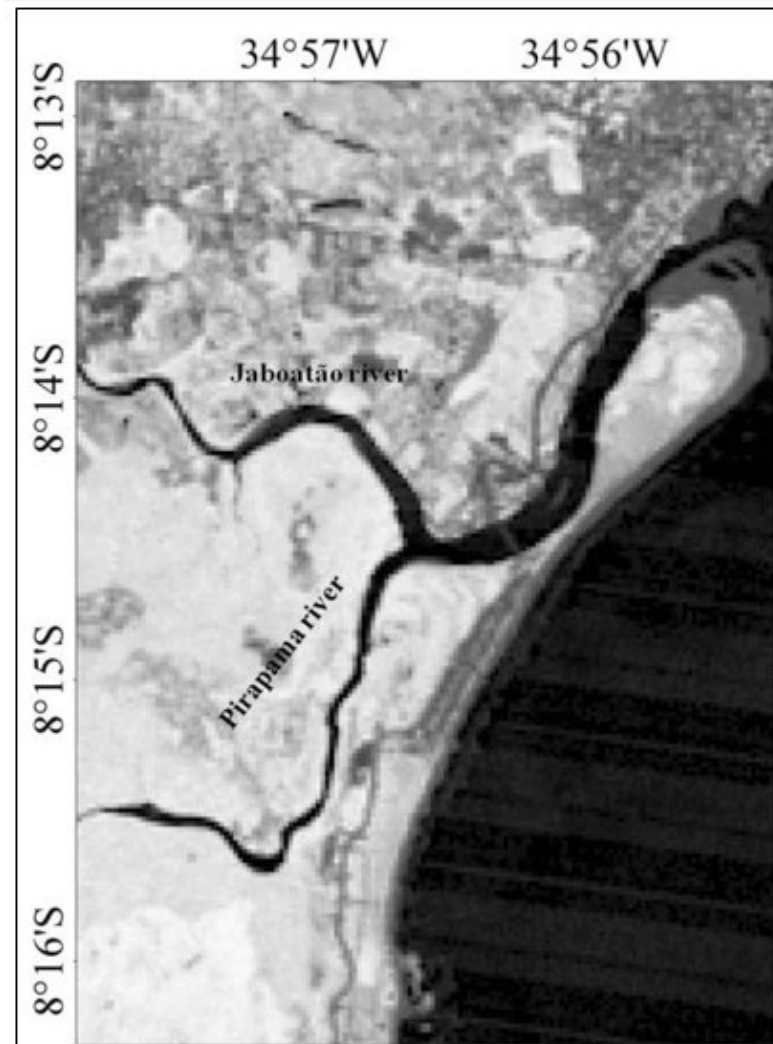
A bacia do Pina está situada em plena zona urbana do Recife - PE, sendo formada pela confluência dos rios Capibaribe, Tejipió, Jiquiá, Jordão e Pina, e tem grande importância devido ao seu papel socioeconômico e ambiental, principalmente por se tratar de uma área metropolitana (FEITOSA; PASSAVANTE, 1990) (Figura 02).

Figura 02 – Bacia do Pina, município de Recife – PE. Brasil.



O município de Jaboatão dos Guararapes situa-se ao sul do Recife e compõe a Região Metropolitana. Sofre forte pressão demográfica, recebendo ainda expressiva quantidade de resíduos industriais, sobretudo provenientes de atividades sucroalcooleiras, produtos alimentares, têxteis, entre outras. O principal sistema estuarino de Jaboatão dos Guararapes é o de Barra das Jangadas, formado pela confluência dos rios Pirapama e Jaboatão (CARNEIRO; COELHO, 1960; NORIEGA et al., 2005) (Figura 03).

Figura 03 – Estuário de Barra das Jangadas, município de Jaboatão dos Guararapes – PE. Brasil.

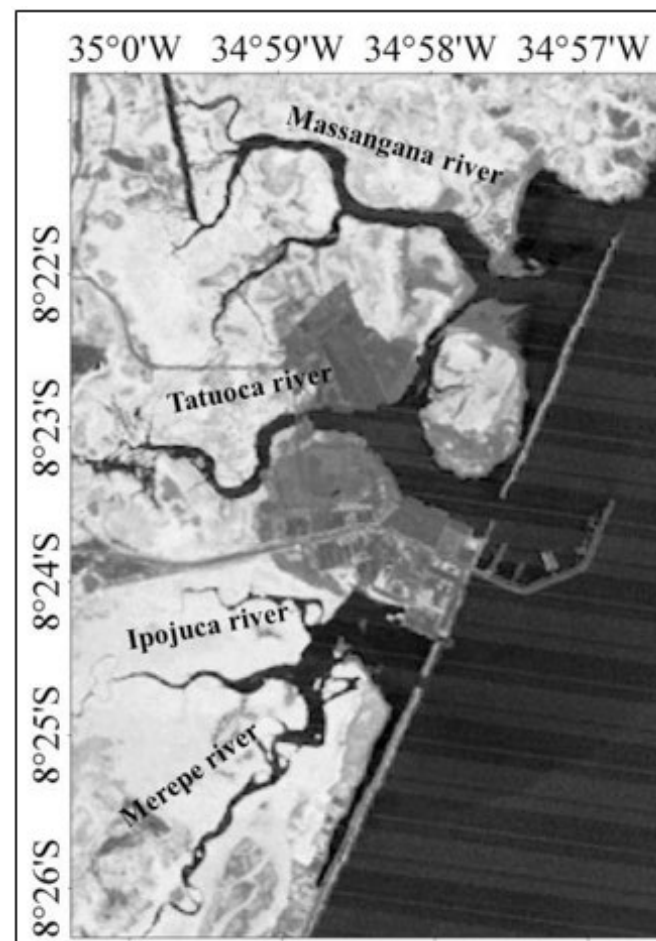


COMPLEXO ESTUARINO DE IPOJUCA



O município de Ipojuca situa-se ao sul do município do Cabo de Santo Agostinho e também compõe a Região Metropolitana do Recife. Em Ipojuca vem se consolidando um dos principais polos de desenvolvimento econômico do Estado de Pernambuco e do Brasil devido à implantação do Complexo Industrial Portuário de Suape. O principal sistema estuarino do município é composto pelos rios Merepe, Ipojuca, Tatuoca, Massangana (PERNAMBUCO, 2005; BARROS; SILVEIRA, 2010) (Figura 04).

Figura 04 – Estuários dos rios Merepe, Ipojuca, Tatuoca, Massangana, município de Ipojuca – PE. Brasil.



CLASSIFICAÇÃO E ANÁLISE DO NDVI

45

O presente estudo buscou fazer uma análise espaço temporal a partir das imagens dos anos 1989, 1999 e 2010, do satélite LANDSAT 5, sensor TM, órbita 214, ponto 66 da faixa espectral do visível-infravermelho (VISIR, com resolução espacial de 30 metros) utilizando o Índice de Vegetação por Diferença Normalizada (NDVI), trabalhadas nos softwares ERDAS imagine 9.3 e ARCGIS 9.3 disponibilizados pelo Laboratório de Sensoriamento Remoto e Geoprocessamento- SERGEO do Departamento de Ciências Geográficas da Universidade Federal de Pernambuco-UFPE.

A análise espaço temporal da vegetação consistiu no emprego do Índice por Diferença Normalizada (NDVI), o qual utiliza as bandas 3 e 4 da imagem, as quais atuam no comprimento de onda que vai de 0,4 μ m a 0,8 μ m correspondente à região do visível-vermelho e ao infravermelho próximo.

Para o cálculo do NDVI foi utilizada a equação que é definida por:

$$\text{NDVI} = (\text{ReflectB4} - \text{ReflectB3}) / (\text{ReflectB4} + \text{ReflectB3})$$

Onde:

Reflect B4 = reflectância no infravermelho próximo;

Reflect B3 = reflectância no vermelho.

Os valores numéricos do NDVI podem variar entre -1 e 1, em que a vegetação está associada aos valores positivos e materiais que refletem mais intensamente na porção do vermelho em comparação com o infravermelho próximo (nuvens, água e neve) apresentam NDVI negativo. Solos descobertos e rochas refletem o vermelho e o infravermelho próximo quase na mesma intensidade, por conseguinte, seu NDVI aproxima-se de zero (RIZZI, 2004).

As classes foram divididas em cinco: corpos hídricos, área urbana e/ou solo exposto, vegetação esparsa, vegetação semi densa e vegetação densa (mangue).



Posteriormente, foi realizada uma comparação entre as imagens e a verdade de campo para verificar a similaridade entre as áreas classificadas como vegetação densa e os mangues. Utilizou-se o Sistema de Posicionamento Global, GPS Garmim Etrex Vista para validação dos pontos em campo. Os estuários foram percorridos por terra (veículo) e pelos canais (embarcações a motor).

APLICAÇÃO DO ÍNDICE DE VEGETAÇÃO POR DIFERENÇA NORMALIZADA NO MONITORAMENTO DOS MANGUEZAIS

A classificação das imagens dos anos de 1989, 1999 e 2010 com a utilização do NDVI permitiu identificar os remanescentes de manguezais e as transformações espaciais ocorridas no período analisado, como a composição e densidade da vegetação e progressiva fragmentação decorrente dos variados usos antrópicos. A conversão de área de vegeta-

ção densa (de mangue) por área urbana e/ou solo exposto foi um processo observado nos três estuários, no entanto, apresentam certas especificidades de uso em cada estuário, que podem acarretar em impactos negativos diversos.

BACIA DO PINA

Em função da grande diversidade de elementos atuantes nos processos estuarinos, como a morfologia, regime fluvial e regime de marés, cada estuário apresenta-se como único, assim como o processo de ocupação e uso da zona costeira que modificaram os sistemas estuarinos e outros sistemas ecológicos típicos dessa região dinâmica, como restingas e manguezais (DAY JR., 1989; BARROS, 1998).

Os principais usos que afetam diretamente os ecossistemas costeiros são as atividades portuárias, aquicultura, crescente urbanização e, conseqüentemente, a concentração



populacional refletindo em contínua destruição e fragmentação dos sistemas naturais (DIEGUES, 1999).

No principal sistema estuarino do município de Recife, a bacia do Pina, deságuam os rios Capibaribe, Tejipió, Jiquiá, Jordão e Pina, o qual abriga o maior remanescente de manguezais em área urbana da região metropolitana da capital pernambucana (PERNAMBUCO, 2000). Com o uso do NDVI observou se que as áreas colonizadas pelos mangues na imagem de 1989 foram substituídas pela área urbana e/ou solo exposto no imageamento de 1990 e 2010 (Figura 05).

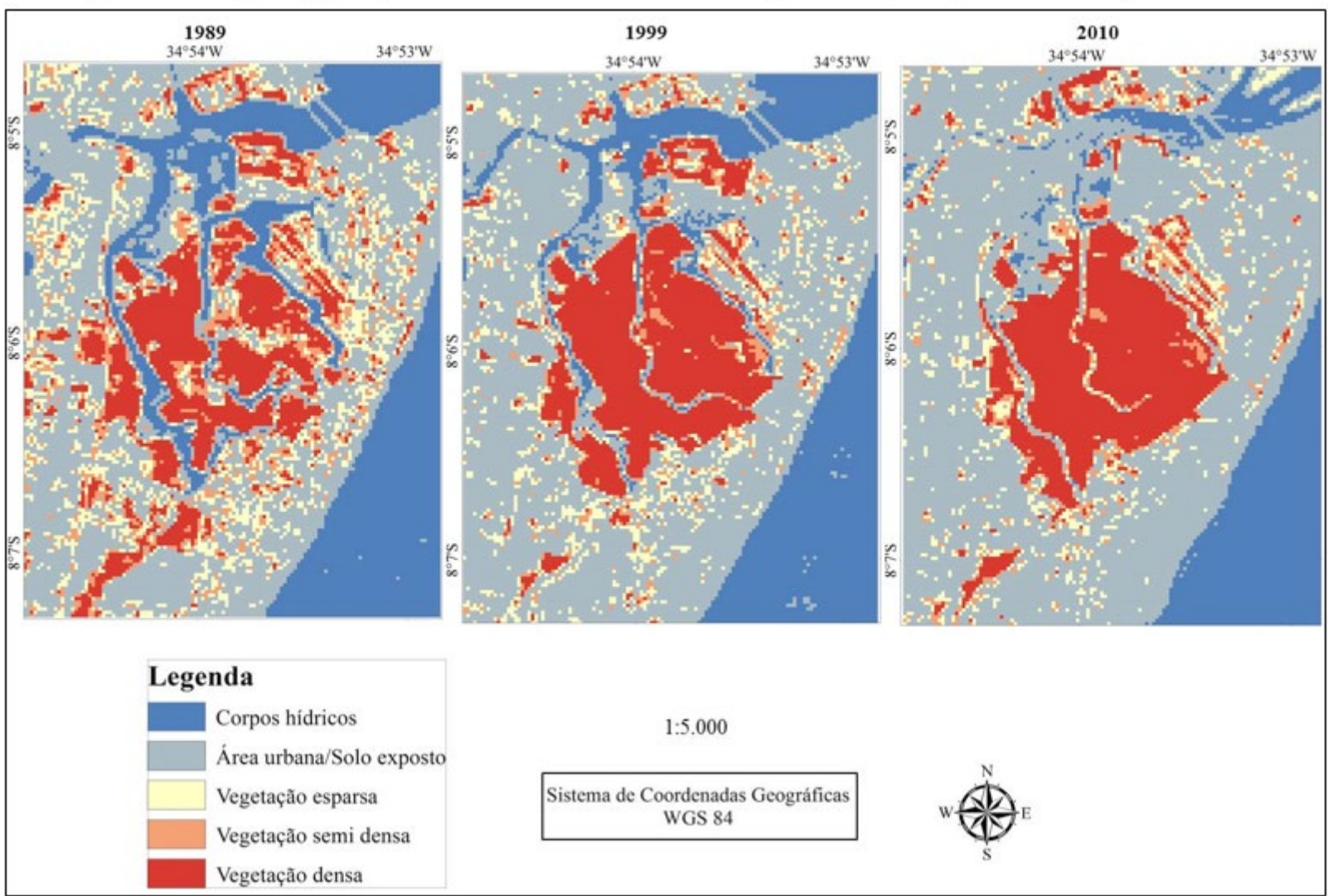
Segundo Cavalcanti (2008), o processo de urbanização no entorno da bacia do Pina intensificou-se a partir da década de 60 do século XIX com o início da urbanização e, mais recentemente, a intensa verticalização. Assim, a ocorrência de grandes aterros, canalização de rios, impermeabilização da superfície, entre outras formas de descaracterização dos siste-

mas ecológicos, foram pressionando e fragmentando restingas e manguezais.

A urbanização tem sido um dos fatores que contribuem para a geração de impactos nos sistemas estuarinos. Sucessivos aterros alteram a drenagem e afetam a frequência de inundação comprometendo a flora e fauna do ecossistema manguezal, pois dependem dos fluxos de matéria e energia provenientes da oscilação das marés, como também da interação e interdependência dos componentes desse ecossistema com os sistemas ecológicos adjacentes (MACIEL, 1991; MEIRELES, 2004).



Figura 05 – Variação espaço temporal do sistema estuarino Bacia do Pina, Recife-PE, Brasil, nos anos de 1989, 1999 e 2010.



O fluxo e refluxo natural das águas, através do ciclo das marés, influenciam diretamente na concentração de oxigênio dissolvido, salinidade, profundidade e transparência, fatores físico-químicos que exercem papel importante na distribuição e composição biológica (ODUM, 1988).

Modificações na drenagem, além de alterar a distribuição e composição biológica, atingem a biomassa, na medida em que, em conjunto com outros fatores como luz, temperatura, salinidade, material em suspensão, sais nutrientes, chuvas, entre outros, limitam ou estimulam a produção primária (FEITOSA; PASSAVANTE, 1990).

A produção primária e outros constituintes e processos do manguezal são responsáveis por grande parte da produtividade da zona costeira e têm suportado intensos impactos oriundos dos problemas comuns de boa parte das áreas urbanas brasileiras, como as desigualdades sociais, concentração populacional

nas margens dos rios, expansão urbana desordenada, alterando a disponibilidade dos recursos naturais (SCHAEFFER-NOVELLI, 1995; CITTIES ALLIANCE, 2002).

A área dos manguezais está diretamente relacionada com o volume dos recursos naturais, assim a supressão do ecossistema afeta a disponibilidade de, por exemplo, o estoque pesqueiro. Deste modo, alterações na biomassa implicam em modificações socioeconômicas, principalmente para os que necessitam diretamente desses recursos (ARBUTO-OROPEZA, 2008).

A redução da área ocupada por mangue decorrente do intenso processo de conversão dos sistemas ecológicos em detrimento das atividades humanas na bacia do Pina resultou em um fragmento, no qual a sua diminuição paulatina impõe uma ameaça ao remanescente, na medida em que as populações se tornam suscetíveis ao declínio pela perda da diversidade genética, escassez de recursos necessários



à sobrevivência das espécies, além de potencializar o efeito de borda (TABARELLI; SILVA; GASCON, 2004).

A diversidade genética é fundamental na conservação de ecossistemas e depende de muitos fatores, como o mínimo adequado de indivíduos de uma população para uma normal continuidade e evolução. Ao contrário, pode ocorrer deriva genética, o que significa a sequência e frequência de seus genes afastadas daquelas da população original, inclusive chegando a perder alelos, além do aumento da endogamia, decorrente da maior probabilidade de autofecundação e acasalamento entre indivíduos aparentados (KAGEYAMA; GANDARA, 1998).

Estudos sobre as consequências da perda genética em fragmentos vêm se intensificando nos últimos anos, no entanto são escassos os trabalhos em remanescentes de manguezais. Genuário (2010), ao caracterizar por meio do sequenciamento do gene *rpoC1* as cianobac-

térias nos manguezais do Estado de São Paulo, observou que formas unicelulares (Chroococcales) não tiveram afiliação genética com nenhuma outra sequência disponível no banco de dados, o que indica o aumento da diversidade genética. No entanto, a variabilidade dos genes possivelmente está relacionada ao ciclo de vida curto, que decorre em alta divergência genética, diferentemente das espécies de vida longa que apresentam baixa divergência (KAGEYAMA et al., 2003).

Índices de diversidade baixos foram observados em meios impactados nas espécies arbóreas de mangue, que têm ciclo de vida longo em relação às cianobactérias, enquanto que os maiores valores constituíram os ambientes mais conservados e abertos (CAMPOS; LIRA-MEDEIROS, 2011). Além do ciclo de vida, outros fatores influenciam nos genes, como a densidade dos indivíduos e a distância de outros fragmentos.

Um fragmento funciona como uma ilha,



onde a área e a distância de outras unidades isoladas determinam o êxito ou não do remanescente. A menor extensão apresenta maior probabilidade de extinção e o afastamento ou a inexistência de outras frações de sistemas ecológicos dificulta a movimentação de espécies e animais polinizadores e dispersores (MAC ARTHUR; WILSON, 1967).

O processo de urbanização no entorno do manguezal do Pina pode ainda potencializar o efeito de borda, processo típico das áreas externas de fragmentos, que se configuram em alterações nos parâmetros físicos e biológicos, que diferem dos observados no interior do fragmento, como o aumento da vegetação arbustiva e diminuição da vegetação arbórea decorrentes da elevação da temperatura e redução da umidade (MURCIA, 1995).

Além da composição, a densidade vegetal também é modificada nos fragmentos e está diretamente relacionada ao tempo de alteração nos mesmos. Inicialmente, a ten-

dência da vegetação densa é se concentrar no centro do remanescente e com a adaptação aos novos parâmetros ambientais, a vegetação mais próxima à borda tende a se adensar. Vale acrescentar ao processo de adaptação a resistência e resiliência típica dos manguezais (RODRIGUES, 1998; VANNUCCI, 1999, CALGARI et al., 2010).

Modificações no formato do fragmento dos mangues também foram observadas. A forma é um parâmetro útil para análise da vulnerabilidade dos fragmentos às alterações, principalmente do efeito de borda. Há uma intrínseca relação entre este, a forma e área do remanescente, que na Bacia do Pina, ao longo do período analisado, tornou-se quadrangular. Os fragmentos florestais de formato quadrado, dependendo da área, podem sofrer o efeito de borda em quase 90%, diferente dos que apresentam forma circular, que sofrem menor impacto em relação aos remanescentes com contornos quadrados e retangulares (VIANA;



PINHEIRO, 1998; HERRMANN; RODRIGUES; LIMA, 2005).

A fragmentação introduz uma série de novos fatores na dinâmica dos sistemas ecológicos, que podem determinar o fracasso ou não do remanescente. Ainda assim, vale ressaltar que os fragmentos florestais podem ser considerados como ilhas de diversidade, pois se encontram desconectados de outras formações florestais, cercados por diversos outros usos da terra presentes na paisagem, portanto, mesmo não sendo o ideal, as frações restantes são imprescindíveis a ecossistemas tão ameaçados, como os manguezais (CALEGARI et al., 2010).

BARRA DAS JANGADAS

O sistema estuarino de Barra das Jangadas apresentou variações espaço temporais que foram demonstradas com a aplicação do NDVI. Observou-se que o manguezal distri-

buído ao longo dos rios Pirapama e Jaboatão apresentou áreas de supressão, principalmente nas margens e extensões próximas ao rio Jaboatão. Ressalta-se a diminuição de vegetação esparsa, principalmente nos períodos de 1989 e 1999, além do aumento do solo exposto e área urbana entre 1989 e 2010 e a recomposição da vegetação densa na última década na face interna do estuário (Figura 06).

Introduzido por Odum (1967), o conceito de "assinatura energética" descreve os compartimentos que operam sobre os ecossistemas, influenciando suas funções, sendo o ecossistema manguezal altamente subsidiado por energias externas, podendo ser destacadas a disponibilidade de correntes de água fluvial ou marinha e os aportes de nutrientes trazidos pelos rios, marés, drenagem superficial e características do substrato.

Assim, para se desenvolver em um ambiente tão dinâmico, os manguezais devem apresentar elevado grau de resiliência (ca-



pacidade de retomar rapidamente seu ponto de equilíbrio após um distúrbio), alterando sua distribuição e características estruturais de acordo com as feições litorâneas e com as forças dominantes em um dado período (LACERDA et al., 2006). Os referidos autores enfatizam que a capacidade dos manguezais se adaptarem às condições da região costeira em determinado momento sugere seu uso como marcador de mudanças das condições ambientais do litoral.

Hogan (2005) cita que a identificação e o estudo de ambientes em situações de risco, ou regiões ecologicamente frágeis, são uma maneira útil de analisar as consequências socioambientais de movimentos populacionais; afinal, onde a população vive, trabalha e descansa sempre haverá um impacto sobre a natureza e vice-versa.

Com a crescente ocupação humana em áreas de manguezais, muitas atividades econômicas vêm aumentando a exploração dos

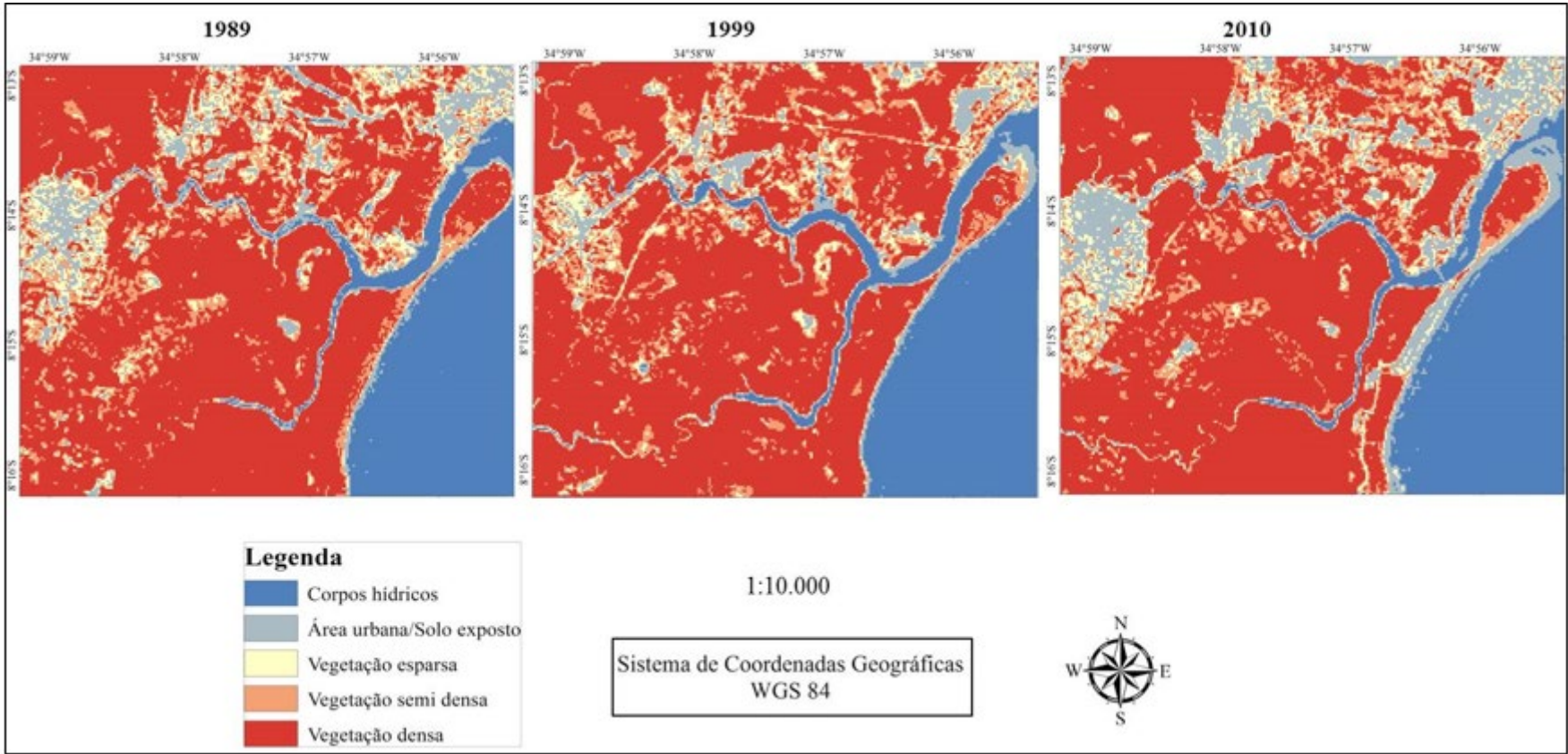
recursos estuarinos, no entanto, muitas vezes tais práticas ocorrem em escalas superiores às suportadas pelo ambiente, contribuindo para sua degradação (ALLONGI, 2002).

Segundo Noriega et al. (2009), o referido estuário é um corpo hídrico importante, sendo encontrados nas margens de seus rios: bares, hotéis e residências, além de ser fonte natural de cultivo de espécies aquáticas. Porém, padece ao longo dos anos com a pressão do desenvolvimento urbano e industrial, representando uma das áreas mais vulneráveis à degradação provocada pelo aumento da pressão demográfica no Estado de Pernambuco.



Figura 06 - Variação espaço temporal do sistema estuarino de Barra das Jangadas, Jaboatão dos Guararapes-PE, Brasil nos anos de 1989, 1999 e 2010.

54



No período estudado, de acordo com as imagens analisadas, foi possível identificar o aumento exponencial da área urbana que margeia o rio Jaboatão. Bairros como Pontezinha, Ponte dos Carvalhos e Barra das Jangadas sofreram, nos últimos 20 anos, processos de adensamento populacional.

De acordo com Grostein (2001), o avanço da urbanização, sua escala e velocidade não constituem problema em si, não fosse a forma como ocorreu, pois a sustentabilidade do aglomerado urbano relaciona-se, dentre muitos fatores, com o modo de ocupação do território; a disponibilidade de insumos para seu funcionamento (disponibilidade de água); a descarga de resíduos (destino e tratamento de esgoto e lixo) e a qualidade dos espaços públicos.

O elevado índice de densidade populacional ao longo do sistema estuarino de Barra das Jangadas representa um importante fator que pode influenciar a qualidade do

corpo hídrico receptor, porque a maioria dos resíduos líquidos domésticos é despejada diretamente nos rios sem tratamento (NORIEGA et al., 2009).

Como observado por outros autores (DERRAIK, 2002; WHITING, 1998), o acúmulo de resíduos pode causar, além dos problemas estéticos, perdas econômicas, avarias a embarcações, prejuízo ao turismo, danos à saúde e à biota local, visto que podem vir a causar morte por ingestão ou aprisionamento dos indivíduos, além de auxiliar na deriva das espécies, uma vez que o plástico pode servir como um substrato, auxiliando na dispersão da fauna por longas distâncias, contribuindo para a introdução de espécies exóticas.

No estuário estudado ainda encontram-se em fase de efetivação construções de grande porte, como o Complexo Turístico Praia do Paiva, que consiste na implantação de um destino internacional associado a empreendimentos residenciais e comerciais, além de ser-



viços de alto padrão, localizados no município do Cabo de Santo Agostinho. Segundo Sanfeli-ci (2010), são projetos que em virtude de sua envergadura e do dispêndio elevado em pu-blicidade que os acompanha, abrem as portas para novos investimentos em suas adjacências que podem, em poucos anos, converter uma área pouco valorizada em um novo eldorado do mercado imobiliário.

Entretanto, os dados de monitoramento também demonstraram que o estuário conjun-to dos rios Jaboatão e Pirapama apresentou capacidade de recomposição da sua vegetação densa e semi densa, principalmente na década de 2000, porém seus indivíduos podem não alcançar o máximo desenvolvimento estrutu-ral do bosque, haja vista que a capacidade de um sistema se recompor depende da disponi-bilidade de energia suficiente para reorganizar a estrutura e, ainda, das condições ambien-tais em que se encontra inserido (LUGO; SNE-DAKER, 1974; LUGO, 1978).

Lacerda et al. (2006), em estudos reali-zados nos manguezais nordestinos, demons-traram que a grande amplitude das marés e o suave gradiente de altitude das bacias costei-ras dos rios tornam seus estuários muito sen-síveis a variações do nível do mar e a mudan-ças no fluxo fluvial, geralmente aumentando a intrusão salina no continente. Em conse-quência disso os manguezais também se deslo-cam rio acima, colonizando áreas ocupadas por vegetação terrestre ou de água doce. Esse processo pode ser acelerado pela deposição de sedimentos finos trazidos pela maré, oriundos da erosão de depósitos nas praias. Os autores ainda afirmam que tais estudos mostram que esse processo parece ser atualmente o prin-cipal responsável pela expansão da área de manguezais no litoral nordestino.

Assim, conhecer os padrões de uso e cobertura da terra de uma região é de fundamental importância para apontar a tipo-logia de manejo aplicada ao solo, identifican-

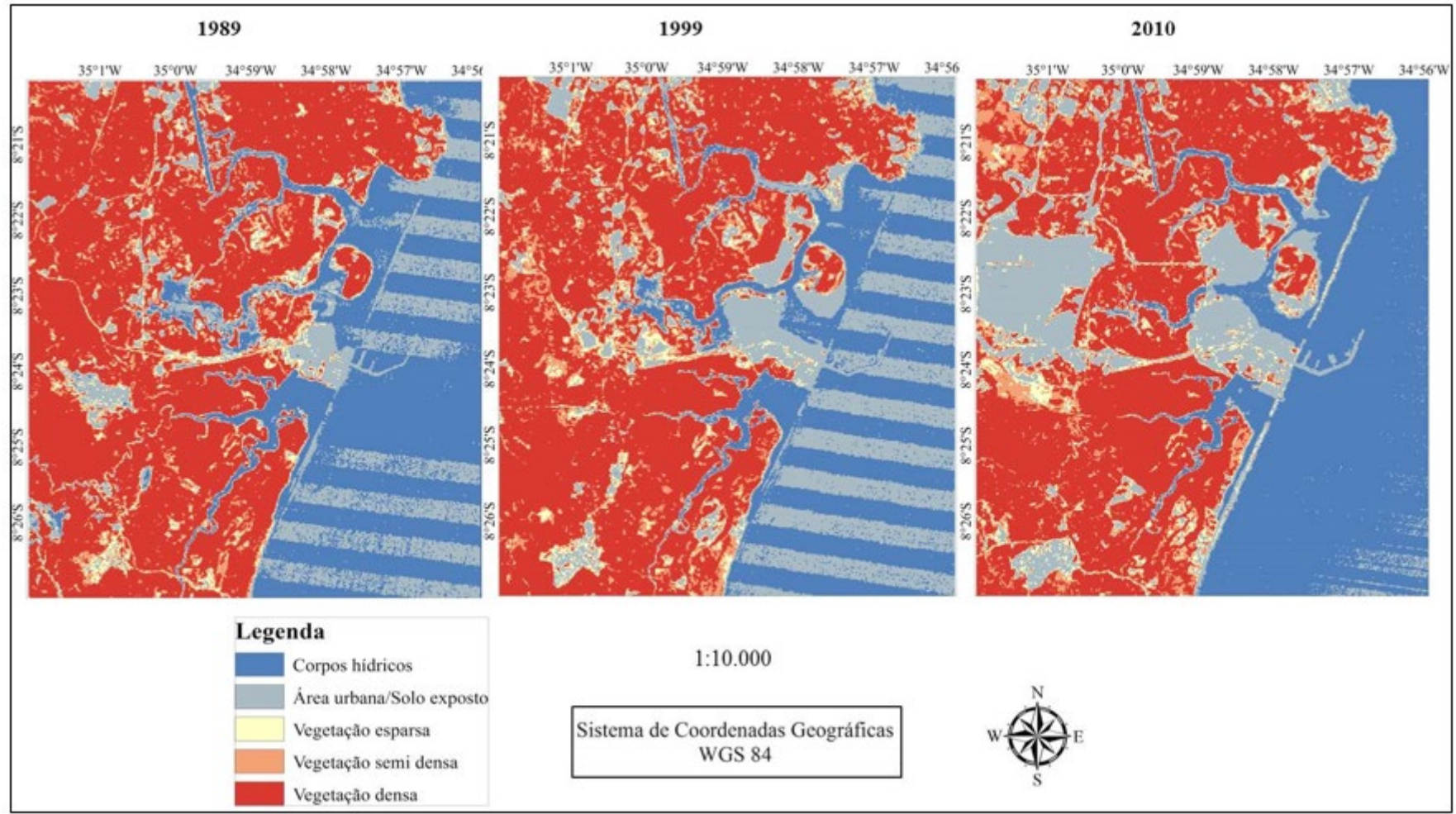


do problemas ambientais que se configuram em decorrência do uso, sendo por isso um suporte para o planejamento e gestão territorial (COLLARES, 2001).

ESTUÁRIOS DO MUNICÍPIO DE IPOJUCA

Os estuários dos municípios de Ipojuca, assim como os situados nos municípios de Recife e Jaboatão dos Guararapes, passaram por intensas modificações ao longo do período analisado. Na imagem de 1989 é possível verificar a dominância de vegetação densa e início do processo de aterramento de ecossistemas para a construção do Complexo Industrial Portuário de Suape (CPRH,2001). A vegetação semi densa e esparsa são menos representativas. Em 1999, observou-se um aumento significativo de área urbana/solo exposto em detrimento da vegetação densa, modificações que ficaram expressivas na imagem de 2010 (Figura 07).





Nos últimos anos, o principal processo que dinamizou a configuração espacial em Ipojuca foi a instalação do Complexo Industrial Portuário de Suape, que teve início em meados de 1970 e se consolidou na última década. Sua construção e expansão ocasionaram vários problemas ambientais modificando as características físico-químicas do solo, da água e a paisagem local, perdas de parte dos ecossistemas como manguezais, da Mata de Restinga e da Mata Atlântica, devido aos aterramentos, drenagens, represamentos, desmatamento, efluentes industriais e domésticos e fechamento da comunicação da Baía de Suape com o oceano Atlântico (BRAGA, 1989; SÁ et al., 2011).

No período de 1974 a 1988 houve a destruição de 598 ha de mangues, dos quais 214 ha foram suprimidos por aterro hidráulico ou material argiloso, 384 ha foram alagados devido a dragagens e inundações por represamento. Além disso, mais de 27 ha encontravam-se em processo de degradação por causa de uma

inundação temporária ocorrida em consequência da obstrução de vazão do rio Ipojuca em sua foz (BRAGA et al., 1989).

As consequências das alterações na drenagem e biomassa são difusas e afetam não apenas o entorno do sistema estuarino, mas também as áreas à montante. O bloqueio gerado pelo porto ocasionou inundações nas áreas utilizadas pela agroindústria da cana-de-açúcar, que para minimizar o impacto realizou a abertura próxima à desembocadura do rio Ipojuca. Em consequência, retardou em aproximadamente duas horas a maré, potencializando o assoreamento no estuário, aumento da turbidez da água, diminuição da profundidade do local e aumento da salinidade (NEUMANN-LEITÃO et al., 1998).

Os seres que estão na base da teia trófica, como o fitoplâncton, dependem de fatores como a penetração adequada da luz na água para a realização da fotossíntese, que diminui com o aumento da turbidez, sais nutrientes,



salinidade, que dependem do fluxo e refluxo das marés, chuvas, além de outros fatores que se alterados podem comprometer a comunidade biológica. As modificações na área de estudo provocaram modificações na estrutura da comunidade fitoplanctônica, como a predominância de espécies marinhas litorais e um decréscimo de 70% na densidade celular (FEITOSA; PASSAVANTE, 1990; KOENING et al., 2002).

As comunidades fitoplanctônicas são excelentes bioindicadores das condições ambientais por estarem na base da teia trófica e assim refletirem a capacidade produtiva primária do ecossistema e, conseqüentemente, a possibilidade de o sistema ecológico manter todos os níveis alimentares, assim o declínio e desestruturações observados refletem em todos os elos e organismos (HONORATO et al., 2004).

A manutenção da teia biológica afetada pela degradação decorrente de atividades antrópicas ultrapassam o valor ecológico, são ten-

sores representativos ao condicionamento ambiental, incluindo o homem, que percorre desde a disponibilidade alimentar até o clima, na medida em que o estoque pesqueiro depende da biomassa e a quantidade de carbono capturado também (ABURTO OROPEZA, 2008; RIBAS, 2009).

Os manguezais não são frequentemente lembrados no que concerne ao sequestro de carbono, mas são tão eficazes quanto a Floresta Tropical Úmida e mais do que o Cerrado e Campos de Várzea. O sequestro de carbono se apresenta como instrumento de gestão e a sua colaboração no que diz respeito aos benefícios reais ao meio ambiente ainda são muito discutidos, pela possibilidade de continuação das emissões do carbono num prazo além do desejável e tolerável (MATTOS-FONSECA, 2005; YU, 2004).

O fato é que muitas utilidades dos manguezais ainda são desconhecidas e outras ainda, infelizmente, são usadas de forma inadequada,



causando a degradação desse ecossistema. Essas áreas são ambientes impróprios à moradia, no entanto abrigam os excluídos sociais: populações expulsas de suas terras pelos latifundiários, no pretérito pela atividade canavieira e implantação do PROÁLCOOL (1975) e mais recentemente por causa da implantação do pólo industrial do Cabo e do Complexo Industrial Portuário de Suape. São seres humanos que utilizam os manguezais como abrigo e retiram dele a sua alimentação. São necessidades existenciais que confundem e mesclam os homens, a lama, as águas e os caranguejos (CASTRO, 2001; BARROS et al., 2010).

Em linhas gerais, foi observada em todos os estuários a diminuição da classe da vegetação densa em detrimento da área urbana e solo exposto decorrente das diferentes atividades econômicas predominantes. As transformações no período analisado constituem a resposta espacial às mudanças econômicas que vêm ocorrendo na região e que têm coloca-

do em risco o equilíbrio ambiental local. Esse processo deletério ameaça os ecossistemas e potencializa a distribuição desigual dos custos ecológicos do crescimento (LEFF, 2006).

CONSIDERAÇÕES FINAIS

O uso do NDVI como ferramenta de monitoramento dos manguezais se mostrou eficaz, pelo fato de permitir o acompanhamento de modificações estruturais nas áreas estudadas. As transformações observadas revelam aspectos importantes das condições ambientais, como a substituição de formações vegetais de grande relevância para a manutenção da vida na zona costeira, como os mangues, por áreas urbanas e/ou solo exposto, que vêm resultando em fragmentos, que implicam em maiores estratégias de conservação, na medida em que apresentam o seu dinamismo natural alterado. O índice também possibilitou o acompanhamento das modificações na forma dos remanescentes, que dependendo como



este se apresenta requer medidas diferenciadas de manutenção do ecossistema, informações úteis que podem subsidiar estratégias de conservação.

62

AGRADECIMENTOS

Ao Grupo de Estudos em Biogeografia e Meio Ambiente (BIOMA), ao Grupo de Sensoriamento Remoto e Geoprocessamento (SERGEO), ao Programa de Pós-Graduação em Geografia da Universidade Federal de Pernambuco (PPGEO – UFPE) e à Universidade Federal de Pernambuco (UFPE).



Referências

- 63
- AB'SABER, A. N. **Os Domínios de Natureza no Brasil: potencialidades paisagísticas**. 2ª ed. São Paulo: Ateliê Editorial, 2003. 151p.
- ABURTO-OROPEZA, O.; EZCURRA, E.; DANEMANN, G.; MURRAY, J.; SALA, ENRIC. **Mangroves in the Gulf of California increase fishery yields**. PNAS, July 29, v. 105, nº. 30/10459, 2008.
- AGUIAR, D.A.; RUDORFF, B. F. T.; RIZZI, R.; SHIMABUKURO, Y. E. **Monitoramento da colheita da cana-de-açúcar por meio de imagens MODIS**. RBC. Revista Brasileira de Cartografia, v. 60, p. 375-383, 2008.
- ALONGI, D. M. **Present state and future of the world's mangrove forests**. Environmental Conservation, v. 29, n.3, p.331-349, 2002.
- ANDERSON, L. G.; OLIVEIRA, L. E.; ARAGÃO, C.; LIMA, A.; SHIMABUKURO, Y. E. **Deteção de cicatrizes de áreas queimadas baseada no modelo linear de mistura espectral e imagens índice de vegetação utilizando dados multitemporais do sensor MODIS/TERRA no estado do Mato Grosso, Amazônia brasileira**. Acta Amazonica, v. 35, n.4, p. 445-456, 2005.
- ASSAD, E. D.; SETZER, A.; MOREIRA, L. **Estimativa da precipitação através do índice de vegetação do satélite NOAA**. In: *Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto*. Anais São José dos Campos, p. 425-429. INPE, Natal, 1988.
- AZEVEDO, E. C. de; MANGABEIRA, J. A. de C. **Mapeamento de Uso das Terras Utilizando Processamento Digital de Imagem de Sensoriamento Remoto**. Comunicado Técnico 7º do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Campinas-SP. ISSN 1415-2118. Dezembro, 2001.
- BARROS, André Paulo de; SILVEIRA, Karla Augusta. **A produção do espaço rural-urbano e seus rebatimentos nos conflitos socioambientais na área de Suape, Pernambuco – Brasil**. CADERNOS CERU, série 2, v. 21, n. 1, junho de 2010.
- BARROS, Nilson Cortez Crócia de. Manual de Geografia do Turismo: meio ambiente, cultura e paisagens. Recife: Editora Universitária da UFPE, 1998.
- BATISTA, G.T.; SHIMABUKURO, Y.E.; LAWRENCE, W.T. **Monitoramento da cobertura florestal através de índice de vegetação do NOAA-AVHRR**. In: *Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto*. Anais São José dos Campos, p. 30-37. INPE, Curitiba, 1993.
- BRAGA, R. A. P.; UCHOA, T. M. M de; DUARTE, M. T. M. B. **Impactos ambientais sobre o manguezal de Suape - PE**. Acta Botanica. Brasilica, v. 3, n. 2, p. 9-27. 1989.
- BRASIL. Programa Nacional de Capacitação de Gestores Ambientais: licenciamento ambiental / Ministério do Meio Ambiente. Brasília, 2009.
- CALEGARI, L.; MARTINS, S. V.; GLERIANI, J. M.; SILVA, E.; BUSATO, L. C. **Análise da dinâmica de fragmentos florestais no município de Carandaí, MG, para fins de restauração florestal**. Revista Árvore, v.34, n.5, p.871-880. Viçosa, 2010.
- CAMPOS, L. C. T. ; LIRA-MEDEIROS, C. F. . **Genetic population study with two mangrove species showed depleted diversity in Rio de Janeiro**. In: SER 2011 World Conference on Ecological Restoration. Book of Abstracts. Merinda, 2011.
- CARNEIRO, O. & COELHO, P. A. **Estudo ecológico da Barra das Jangadas. Nota Prévia. Instituto Oceanográfico**. UFPE, v.2, p.237-248. Recife, 1960.



CASTRO, J. Homens e caranguejos. Civilização Brasileira, 2ª ed. 188p. Rio de Janeiro, 2001.

CAVALCANTI, C. B. O Recife e seus Bairros. Ed. do Autor, 4ª ed. Recife, 2008.

CITIES ALLIANCE. **Estratégia de desenvolvimento da Região Metropolitana do Recife** – 2003/2015. CITIES ALLIANCE. 127p. Recife, 2002.

COLLARES, E. G.; RODRIGUES, J. E. **Geoprocessamento aplicado à caracterização das atividades modificadoras do meio físico na bacia hidrográfica do rio Capivari - SP**. Geociências (São Paulo), v. 19, n.1, p. 133-144, Rio Claro – SP, 2001.

D'ARCO, E.; RUDORFF, B. R. T.; RIZZI, R. **Índice de vegetação para estimativa de área plantada com arroz irrigado**. In: RUDORFF, B. F. T.; SHIMABUKURO, Y. E.; CEBALLOS, J.C. (Eds.): O sensor MODIS e suas aplicações ambientais no Brasil. Parêntese, p. 123-131, São José dos Campos, 2007.

DERRAIK, J. G. B. **The pollution of the marine environment by plastic debris: a review**. Marine Pollution Bulletin, v.44, p. 842-852, 2002.

DIEGUES, A. C. S. **Human Populations and coastal wetlands: conservation and management**. In: Brazil: Ocean and Coastal Management, n. 42, p. 187-210, 1999.

DAY, J. W.; HALL, C. A. S. ; KEMP, W. M. ; YÁÑEZ-ARACIMBIA, A. **Estuarine Ecology**. New York: Jonh Wiley & Sons, 568p. 1989.

FEITOSA, F. A. N.; PASSAVANTE, J. Z. O. **Variação Sazonal da Biomassa Primária do Fitoplâncton da Bacia do Pina (Pernambuco - Brasil)**. Trabalhos Oceanográficos: UFPE, v. 21, p. 33-46. Recife, 1990.

FRANÇA, L. M. A.; PEREIRA, J. A. S.; GALVÍNCIO, J. D. **Climate Characterization Using Water Balance and NDVI for City of Paulista-PE**. Journal of Hyperspectral Remote Sensing, v. 2, p. 25-36, 2012.

GROSTEIN, M. D. **Metrópole e expansão urbana a persistência de processos "insustentáveis". São Paulo em Perspectiva**, v.15, n.1, p. 13-19. São Paulo, 2001.

HAMADA, E. Desenvolvimento fenológico do trigo (cultivar IAC 24 - Tucuruí), comportamento espectral e utilização de imagens NOAA AVHRR. 140 p. Tese (Doutorado em Engenharia Agrícola) – UNICAMP. Campinas, 2000.

HERRMANN, B. C.; RODRIGUES, E.; LIMA, A. A paisagem como condicionadora de bordas de fragmentos florestais. Floresta, v. 35, p. 13-22, 2005.

HOGAN, D. J. Mobilidade populacional, sustentabilidade ambiental e vulnerabilidade social. Revista Brasileira de Estudos de População, v. 22, n.2, p. 323-338. São Paulo, 2005.

HONORATO, S. M.; PASSAVANTE, J. Z. de O.; CUNHA, M. da G. G. da S.; VIEIRA, D. A. do N.; GREGO, C. K. da S.; MUNIZ, K. Distribuição espacial e sazonal da biomassa fitoplanctônica e dos parâmetros hidrológicos no estuário do rio Formoso (Rio Formoso, Pernambuco, Brazil). Tropical Oceanography, v. 32, n.1, p. 89-106, 2004.

JUNGES, A. H.; ALVES, G.; FONTANA, D.C. **Estudo indicativo do comportamento do NDVI e EVI em lavouras de cereais de inverno da**



região norte do Estado do Rio Grande do Sul, através de imagens MODIS. In: Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto. Anais São José dos Campos, INPE. p. 241-248. Florianópolis, 2007.

KAGEYAMA, Paulo Yoshio. GANDARA, Flávio Bertin. **Consequências Genéticas da Fragmentação sobre Populações de Espécies Arbóreas.** Série Técnica IPEF, v. 12, n. 32, p. 65-70. Dez. 1998.

KAGEYAMA, P. Y.; SEBBENN, A. M.; RIBAS, L. A.; GANDARA, F. B.; CASTELLEN, M.; PERECIM, M. B.; VENCOVSKY, R. **Diversidade genética em espécies arbóreas tropicais de diferentes Estágios sucessionais por marcadores genéticos.** Scientia Forestalis, n. 64, p. 93-107. Dez. 2003.

KOENING, M. L.; LEÇA, E. E.; LEITÃO, S. N.; MACÊDO, S. J. de. **Impactos da construção do porto de Suape sobre a comunidade fitoplancônica no estuário do Rio Ipojuca (Pernambuco-Brasil).** Acta Botanica Brasilica, v. 16, n 4. p. 407-420, 2002.

LACERDA, L. D.; MAIA, L. P.; MONTEIRO, L. H. U.; SOUZA, G. M. E.; BEZERRA, L. J. C.; MENEZES, M. O. T.; **Manguezais do Nordeste e mudanças ambientais.** Ciência Hoje, Rio de Janeiro, p. 24-29. Agosto, 2006.

LEFF, E. Epistemologia Ambiental. São Paulo: Cortez, 2006. 240p.

LOURENÇO, R. W.; LANDIM, P. M. B. **Estudo da variabilidade do Índice de Vegetação por Diferença Normalizada/ NDVI, utilizando Krigagem Indicativa.** HOLOS Ambiental.v.4, n. 1, p. 38-55, 2004.

LUCENA, I.; MACIEL, V. E. O.; SILVA, J. B.; GALVÍNCIO, J. D.; PIMENTEL, R. M. M. **Leaf structure of mangrove species to understand the spectral responses.** Journal of Hyperspectral Remote Sensing, v. 1, p. 19-31, 2011.

LUGO, A. E.; **Stress and Ecosystems.** In: J. H. Thorp & J. W. Gibbons (eds.), Energy and Environmental Stress in Aquatic Systems. DOE. Symposium Series. National Technical Information Service, p.62-68. Springfield, USA, 1978.

LUGO, A. E. & SNEDAKER, S. C. **The ecology of mangroves.** A Rev. Ecol. Syst. v.5, p. 39-64, 1974.

MACIEL, N. C. **Alguns aspectos da ecologia do manguezal. In: CPRH,1991. Alternativas de uso e proteção dos manguezais do Nordeste.** Companhia Pernambucana de Controle da Poluição Ambiental e de Administração dos Recursos Hídricos. Série Publicações Técnicas, n.03, p. 9-37. Recife, 1991.

MAC ARTHUR, R. H.; WILSON, E. O. **The Theory of Island Biogeography. Princeton University Press,** Princeton. 202 p. 1967.

MATTOS-FONSECA, S. **O MDL e as Florestas de Mangue: avaliação preliminar sobre a geração de CERs a partir de atividades de projeto para recuperação de ecossistemas manguezais.** Biomassa & Energia, v. 2, n. 3, p. 241-250, 2005.

MEIRELES, A. J. A. **Análise dos impactos ambientais originados pelas atividades de carcinocultura na área de influência direta da comunidade indígena Tremembé – Distrito de Almofala – Itarema/CE. (Parecer Técnico).** 38 p. UFC, Fortaleza, 2004.

MELO, E. T; SALES, M. C. L; OLIVEIRA, J. G. B. **Aplicação do Índice de Vegetação por Diferença Normalizada (NDVI) para análise da degradação ambiental da microbacia hidrográfica do Riacho dos Cavalos, Crateús-CE.** RAEGA, v. 23, p. 520-533. Departamento de Geografia – UFPR. Curitiba, 2011.



MURCIA, C. **Edge effects in fragmented forest: implications for conservation.** Trends Ecology and Evolution, v. 10, p.58-62, 1995.

NEZLIN, N. P.; KOSTIANOV, A.G.; BAI-LIAN, L.I. **Inter-annual variability and interaction of remote-sensed vegetation index and atmospheric precipitation in the Aral Sea region.** Journal of Arid Environments, v. 62, n. 4, p. 677-700, 2005.

NEUMANN, V. H.; MEDEIROS, C.; PARENTE, L.; LEITÃO, S.; KOENING, M. L. **Hydrodynamism, sedimentology, geomorphology and plankton changes at Suape area (Pernambuco-Brazil) after a port complex implantation.** Anais Academia Brasileira de Ciências, p. 313-323. Recife, 1998.

NORIEGA, C. D. E.; MUNIZ, K.; ARAÚJO, M. C.; TRAVASSOS, R. K.; NEUMANN-LEITÃO, S.; **Fluxos de nutrientes inorgânicos dissolvidos em um estuário tropical – Barra das Jangadas – PE, Brasil.**Tropical Oceanography, v. 33, n. 2, p. 129-139. Recife, 2005.

NORIEGA, C. E. D.; COSTA, K. M. da; MONTES, M de J. F.; ACÊDO, S. J.; ARAUJO, M. C. de; FEITOSA, F. A. do N.; RODRIGUES, S. L.; **Series temporales de variables hidrobiológicas en un estuario tropical (Brasil).** Revista de Biología Marina y Oceanografía (Impresa), v. 44, p. 9-92-93, 2009.

ODUM, H. T. Work circuits and system strees. In: E. E. Young (eds.) **Symposium on primary productivity and mineral cycling in natural ecosystems.** Univ. of Marine Press. Orono. Maine. p. 81-138, 1967.

ODUM, E.P. Ecologia. Guanabara Koogan, 8ª ed. Rio de Janeiro, 1988.

OLIVEIRA, J. C. F.; OLIVEIRA, T. H.; GALVÍNCIO, J. D. **Análise espaço-temporal da cobertura vegetal através do IVDN no bairro de Boa Viagem, Recife-PE e entorno.** Revista Brasileira de Geografia Física, v. 03, p. 590-600, 2011.

OLIVEIRA, T. H.; DA SILVA, D. F.; GALVÍNCIO, J. D. **Análise da degradação ambiental na região da usina hidrelétrica de Três Marias através de Sensoriamento Remoto (IVDN) e parâmetros de qualidade de água.** UNOPAR Científica. Ciências Exatas e Tecnológicas, v. 11, p. 49-60, 2012.

PERNAMBUCO. Secretaria de Planejamento, Urbanismo e Meio Ambiente. Atlas Ambiental da Cidade do Recife. Recife, novembro de 2000.

_____. Agência Estadual de Planejamento e Pesquisas de Pernambuco/ CONDEPE. Bacia Hidrográfica do Rio Ipojuca. 64p. Recife, 2005.

RAFAELLI, D. R.; MOREIRA, A. M. Detecção de geada em lavouras de café. In: RUDORFF, B. F. T.; SHIMABUKURO, Y. E.; CEBALLOS, J.C. (Eds.). **O sensor MODIS e suas aplicações ambientais no Brasil.** São José dos Campos: Parêntese, p. 145-151, 2007.

RIZZI, R. **Geotecnologias em um sistema de estimativa da produção de soja: estudo de caso no Rio Grande do Sul.** Tese (Doutorado em Sensoriamento Remoto) – Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais – INPE, 212 p. São José dos Campos, 2004.

RODRIGUES, E. **Efeito de bordas em fragmentos de florestas.** Cad. Biodiversidade, v. 1, n. 2, p 1-6. Dezembro, 1998.

ROSA, V. G. C. **Modelo agrometeorológico-espectral para monitoramento e estimativa da produtividade do café na região Sul/Sudo-**



este do estado de Minas Gerais. Tese (Doutorado em Sensoriamento Remoto) – INPE, 142 p. São José dos Campos, 2007.

RIBAS, E. S. **Estimativa da biomassa e carbono existência: o caso do manguezal na área do sítio sandi, Santos-SP.** Revista Ceciliana, v.1, n.2, p.39-43, 2009.

SÁ, M. E. M. de; LEAL NETO, A. de C.; SANTOS, M. L. F. **Síntese da análise comparativa entre os portos do Recife e de Suape: desafios para a gestão ambiental.** Tropical Oceanography, v. 39, n. 2. p. 1-16. Recife, 2011.

SAMPAIO, Y.; ALCÂNTARA, R.; SAMPAIO, E. **Ação Antrópica e Biodiversidade: O índice de Pressão Antrópica em Pernambuco.** In: Diagnóstico da biodiversidade de Pernambuco. SISNAMA, FUNDAJ. Editora Massangana, p. 697-705. Recife, 2002.

SANFELICI, D. M. **O financeiro e o imobiliário na reestruturação das metrópoles brasileiras.** Revista da ANPEGE, v. 6, p. 3-16, 2010.

SCHAFFER-NOVELLI, Y. **Manguezal: ecossistema entre a terra e o mar.** Caribbean Ecological Research. São Paulo, 1995.

TABARELLI, M.; SILVA, J. M. C.; GASCON, C. **Forest fragmentation, synergisms and the impoverishment of neotropical forests.** Biodiversity and Conservation, v. 13, p. 1419-1425. 2004.

VANNUCCI, M. **Os manguezais e nós: Uma Síntese de Percepções.** São Paulo: Edusp, 276 p. 1999.

VIANA, V. M.; PINHEIRO, L. A. F. V.; **Conservação da biodiversidade em fragmentos florestais.** Série Técnica IPEF, v. 12, n. 32, p. 25-42. Dezembro, 1998.

WHITING, S. D.; **Types and sources of marine Debris in Fog Bay, Northern Australia.** Marine Pollution Bulletin, v.36, p. 904-910, 1998.

YU, M. C. **Forest Carbon sinks in Brazil.** Tiempo, v.53, p. 12-19, 2004.

